

VI-2

アルミニウム合金製高欄に関する研究

建設省 土木研究所 正員 霜上 民生
建設省 土木研究所 正員 濱田 俊一

1、研究の目的

歩道用高欄は水平推力250kg f/mで設計することとされているが、それ以上の荷重に対してどの程度まで耐えられるかを考えた場合、鋼製高欄の方がアルミニウム合金高欄より終局強度が高いと一般にいわれている。しかし万が一車道を逸脱した車両が高欄に衝突した場合を想定すると、材質に違いはあっても力学的な終局強度が両者とも同程度の方が望ましいと考えられる。そこで本研究は、鋼とアルミニウム合金の材質上の差異を明らかにし、構造上の工夫により一般的な鋼製高欄と同等以上の終局強度を持つアルミニウム合金製高欄を開発することを目的としたものである。

2、静的試験

2. 1. 材料引張り試験

既存のアルミニウム合金製および一般的な鋼製高欄の各部材（笠木、支柱、ボトムレール）の引張り試験を行った。その結果、アルミニウム合金および鋼ともに引張り強さ、耐力、破断時の伸びの全てにおいてJISの規格値を上回っており、いずれの部材も加工による強度の低下はみられないことがわかった。ただし、鋼製部材はアルミニウム合金製部材と比較して、引張り強さ、耐力で1.5倍程度、破断時の伸びで2倍程度の強度を有していることもわかった。

2. 2. 支柱の静的曲げ試験

既存のアルミニウム合金製および一般的な鋼製高欄の支柱をコンクリート基礎の中に直立させて固定し、高さH=1,100mmの位置に水平方向に載荷し、変形挙動および終局強度の比較を行った。その結果、アルミニウム合金製支柱は鋼製より強度が低いことがわかった。そこで、アルミニウム合金製支柱に鋼製支柱と同等以上の終局強度を持たせるため、支柱の断面肉厚を変更した。支柱断面は引張り力が作用する側の肉厚を厚くした偏肉構造を考えた。その結果、断面を偏肉構造にすることでアルミニウム合金製支柱は圧縮側が座屈し、引張り側には破断が発生しないこと、また鋼製支柱と同様の荷重変形特性を示すことから、鋼製支柱と同等以上の終局強度、エネルギー吸収量を持たせることができることがわかった。

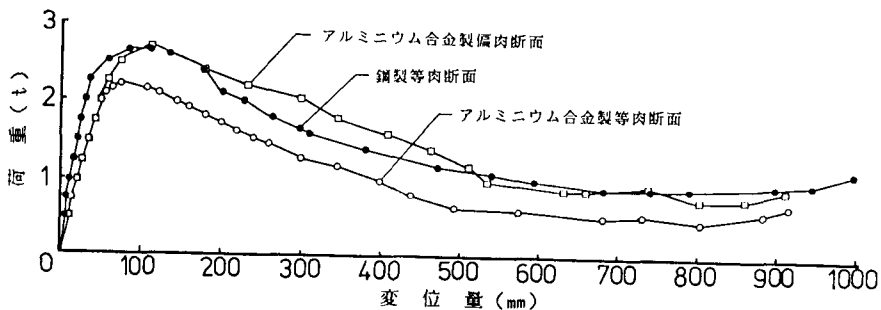


図-1 支柱の静的曲げ試験結果

3. 支柱の動的曲げ試験

既存のアルミニウム合金製および一般的な鋼製高欄の支柱を水平片持ちばりの形に固定した上で、固定点から600mmの位置に500kgの鋼球を1~2m上の高さから落下させる曲げ試験を行った。その結果アルミニウム合金製支柱では引張り側に破断、亀裂を生じた。鋼製支柱では圧縮

側に座屈を生じたが、破断は生じなかった。そこで断面を偏肉構造にしたアルミニウム合金製支柱を用いて実験を行った結果、偏肉断面構造にすることによって鋼製と同様に、座屈はするが破断を生じさせないことが可能であることがわかった。

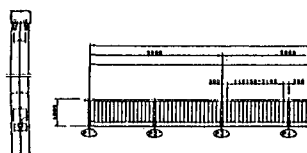
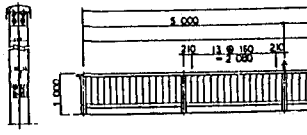
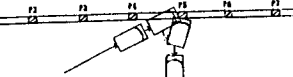
4. 組立てられた高欄の静的載荷試験

既存のアルミニウム合金製および一般的な鋼製高欄に水平荷重を作用させ、高欄全体としての終局強度、破壊状況の比較を行った。250kg f/mの設計荷重のレベルでは何ら差異は見られなかった。しかし、アルミニウム合金製および鋼製高欄ともに、荷重が非常に大きくなると笠木と支柱のねじどめ部で破壊に至り、破壊時には鋼製は、アルミニウム合金製よりも1.5～2.0倍の終局強度を有していることが判明した。そこで鋼製と同等の終局強度を有するようにアルミニウム合金製高欄の継手部やボトムレールの補強を行い、その結果の確認を行った。その結果、スリーブを挿入し、笠木を補強することにより、一般的な鋼製高欄と同等の終局強度を持たせることが可能であることがわかった。

5. 実車衝突実験

部材の静的試験、動的試験、組立てられた高欄の載荷試験の結果に基づき、一般的な鋼製高欄と同等以上の終局強度を持つアルミニウム合金製高欄を開発し、実車衝突実験によりその機能を確認した。結果を表-1に示す。

表-1 アルミニウム合金製高欄に関する実車衝突実験結果

高欄型式	衝突状況	高欄損傷状況
既存鋼製高欄 	 支柱P4附近に衝突後、バラストを破断しながら、支柱P5に衝突して停止。	残留最大変形量は支柱P5の110mmで、同支柱はくの字型に折れ曲がったが破断には至らなかった。その他の支柱の変形は小さい。
新型アルミニウム合金製高欄（支柱を偏肉構造にし、部材間の連結を強化し、鋼製高欄と同程度の強化を有する高欄） 	 支柱P4、P5間で衝突後、支柱P5と衝突。その後車両は跳ね返り、後退して停止。	残留最大変形量は、支柱P5の52mmで、P5の根元が少し座屈しかけていたが、破断には至らなかった。次のスパンのボトムレールに座屈が生じていた。

なお、実験に使用した車両は、小型乗用車（車重1.5t）で、衝突速度は60km/h、衝突角度は15°である。

6. 結論

水平推力250kg f/mの設計荷重に耐えられるように製作されているアルミニウム合金製高欄も、以上の実車衝突実験等の結果、以下の点を考慮すれば一般的な鋼製高欄と同程度の終局強度を持つことが確認された。

(1) 支柱は偏肉構造にすること

既存の等肉アルミニウム合金製支柱は引張り側で破断を起こしている。これを防ぐには支柱を偏肉構造にし、一般的な鋼製高欄と同様に座屈するような挙動をとらせればよい。

(2) 支柱と笠木間の連結を強化すること

既存のアルミニウム合金製高欄に群集荷重以上の荷重が作用した場合、部材が抜けて分解をする場合があった。そこでスリーブを挿入し、かつボルト縫いを施すことによって、この分解を防ぐとともに、力を他の部材に分解させることが可能になる。